

УДК 613.49:615.9(045)

¹В.М. Ісаєнко, д-р біол. наук²К.О. Давидова

О.А. Гетнарович

ТОКСИКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ПЕСТИЦИДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ГІДРОБІОНТІВІнститут екології та дизайну НАУ, e-mail: ¹fod@nau.edu.ua, ²katyadavydova@list.ru

*Розглянуто результати дослідження токсичної дії інсектициду нововерму – продукту біотехнологічного синтезу з використанням вітчизняного штаму непатогенного грибка *Streptomyces avermitilis* і гексахлорану на *Daphnia magna*. На підставі експериментальних даних розраховано токсикологічні характеристики, медіанні летальні концентрації LC_{50} , недіючі концентрації LC_0 , летальні концентрації LC_{100} , які дозволили визначити токсичність вивчених пестицидів згідно з міжнародною екотоксикологічною класифікаційною схемою Всесвітньої організації здоров'я.*

Вступ

На сьогодні існує гостра потреба у високо-ефективних антипаразитарних препаратах, що завдають якнайменше токсичної і побічної дії в організмі. Створення препаратів на основі авермектинів для медицини, ветеринарії та захисту рослин повинно стати пріоритетною перспективою на найближчий час.

Аналіз досліджень і публікацій

Авермектини – комплекс біологічно активних сполук (вісім компонентів) з виключно високою інсектицидною, нематодичною та акарицидною активністю, що синтезується непатогенним ґрунтовим грибом *Streptomyces avermitilis*. Авермектини мають унікальний спектр дії проти екзо- та ендопаразитів тварин і людини, а також шкідників рослин [1].

Згідно з сучасними вимогами щодо застосування препаратів на практиці, необхідна їх комплексна токсикологічна оцінка.

У дослідженнях токсикологічної оцінки препаратів на основі авермектинів, найбільшу увагу приділено санітарно-гігієнічному аспекту.

Аверсектин С (природний авермектиновий комплекс) не викликав алергічної реакції у тварин. Аверсектин С у дозі 0,2 та 1 мг/кг не виявив активності при тестуванні лейкоцитів, не вплинув на фагоцитарну активність крові у білобоких морських свинок [2].

Оцінка мутагенної активності аверсектина С за тестом Еймса була проведена з використанням різних штамів мікроорганізму *Salmonella typhimurium* на білих щурах і на пацюках. У жодному з тестів препарат не виявив мутагенної активності в досліджених дозах (2,25 і 8,2 мг/кг відповідно) [3].

Механізм дії авермектинів автори пояснюють посиленою дією своєрідних нейротоксинів, у результаті чого порушується передача нервових

імпульсів у паразитів, що призводить до їх паралічу та загибелі [3]. За токсичними властивостями для ссавців препарати групи авермектинів належать до високотоксичних сполук. Медіанна летальна концентрація LC_{50} діючої речовини при введенні щурам і пацюкам становить 8–50 мг/кг [2]. Відомостей щодо токсичності авермектинів для гідробіонтів не виявлено.

Постановка завдання

Метою проведених досліджень була оцінка токсичної дії інсектициду нововерму – продукту біотехнологічного синтезу з використанням вітчизняного штаму непатогенного грибка *Streptomyces avermitilis* на представнику гідробіонтів.

Оцінювання токсичності препарату було проведено порівняно з високотоксичним інсектицидом гексахлораном, який натеper не використовують у сільському господарстві.

Але, незважаючи на заборону застосування хлорорганічних пестицидів, зокрема гексахлорану, його залишкову кількість продовжують виявляти практично в усіх досліджуваних об'єктах. Отже, кожна нова препаративна форма пестицидів потребує гігієнічної оцінки, розробки нормативів та регламентів, санітарно-гігієнічних рекомендацій з урахуванням технології обробки рослин, методу та умов використання.

Токсикологічна оцінка пестицидів за допомогою гідробіонтів

Для дослідження гострої токсичності препаратів нововерму і гексахлорану використовували 48-годинний біотест на прісноводних ракоподібних *Daphnia magna* згідно з керівним нормативним документом [4].

Вплив пестицидів на *Daphnia magna* досліджували в діапазоні концентрацій нововерму 0,1–1000,0 мг/л і гексахлорану 0,0001–1,0 мг/л в трьох паралельних визначеннях для кожного розведення.

Критерієм токсичності була смертність тест-об'єктів щодо контролю. Після закінчення експерименту розраховували медіанну летальну концентрацію LC_{50} методом пробіт-аналізу.

У результаті експерименту було встановлено діапазон токсичних концентрацій LC_0 – LC_{100} :

– для нововерму:

$LC_0 = 0,1$ мг/л;

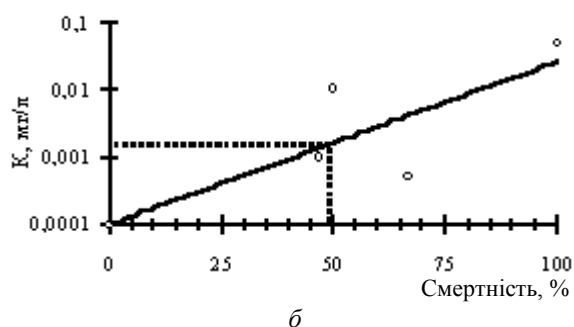
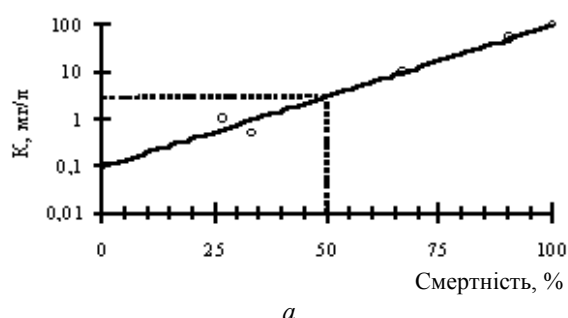
$LC_{100} = 100,0$ мг/л;

– для гексахлорану:

$LC_0 = 0,0001$ мг/л;

$LC_{100} = 0,05$ мг/л.

Це дозволило розрахувати медіанні летальні концентрації K для пестицидів – LC_{50} (див. рисунки).



Вплив нововерму (а) і гексахлорану (б) на смертність *Daphnia magna* за 48 год

На підставі досліджень розраховано медіанні летальні концентрації LC_{50} для препаратів нововерму

$LC_{50} = 3,2$ мг/л,

гексахлорану

$LC_{50} = 0,0016$ мг/л.

Отримані дані дозволили провести оцінку екологічного ризику при застосуванні досліджених пестицидів.

Вивчення практики застосування біологічно активних речовин, які вносяться в екосистеми з метою регулювання чисельності видів, показало, що до організмів-мішеней доходить у більшості випадків менше 0,001% внесених препаратів.

До 25% внесених пестицидів у результаті змиву попадають у водойми та негативно впливають на функціонування водної екосистеми та

погіршують якість води. У зв'язку з цим виникає проблема екологічної оцінки небезпечності пестицидів для водної екосистеми.

Процес порівняння інформації щодо токсичності і кількості пестициду, який діє на живий організм, називають оцінкою ризику [5]. Концентрацію пестицидів у водних об'єктах при безпосередній обробці поверхні води (максимальному попаданні) розраховують так:

$$K = \frac{H}{10},$$

де H – норма витрат препарату та діючої речовини, кг/га або л/га; 10 – коефіцієнт.

При цьому припускають, що 100 % препарату попадає на поверхню води і він рівномірно розміщується в метровому шарі води.

Для більшості територій змив водної поверхні ґрунту становить 0,5 %. При рівномірному розподілі пестициду в 0,3-метровому шарі води концентрація забруднення становить:

$$K = \frac{Ha}{1000h},$$

де a – відсоток змиву ($a = 0,5$ %); h – глибина забрудненого шару ($h = 0,3$ м).

Співвідношення концентрацій забруднення у воді і медіанної летальної концентрації LC_{50} дозволяє оцінити безпечність (ризик) застосування препарату. Якщо співвідношення розрахункової концентрації препаратів становить до $LC_{50} > 1$ – ризик існує. Чим менша ця величина, тим менший екологічний ризик препарату.

При безпосередній обробці поверхні води максимальне попадання у воду нововерму при $LC_{50} = 3,2$ мг/л становить:

$$\frac{2,5}{10} = 0,25 \text{ іл/л} ; \quad \frac{0,25}{3,2} = 0,078,$$

гексахлорану при $LC_{50} = 0,0016$ мг/л:

$$\frac{15}{10} = 1,5 \text{ іл/л} ; \quad \frac{15}{0,0016} = 937,5.$$

Унаслідок змиву ґрунту забруднення нововермом становить:

$$\frac{2,5 \cdot 0,5}{10000 \cdot 0,3} = 0,000375 \text{ іл/л} ;$$

$$\frac{0,000375}{3,2} = 0,00012,$$

гексахлораном:

$$\frac{15}{1000 \cdot 0,3} = 0,025 \text{ іл/л} ;$$

$$\frac{0,025}{0,0016} = 15,625.$$

Таким чином, співвідношення розрахункових концентрацій препаратів нововерму (до $LC_{50} < 1$) і

свідчить про екологічну безпеку використання нововерму, тоді як застосування препарату гексахлорану ($LC_{50} > 1$) є дуже небезпечним для водної екосистеми.

Висновки

Отримані в результаті експерименту медіанні летальні концентрації LC_{50} свідчать, що згідно з міжнародною екотоксикологічною класифікаційною схемою Всесвітньої організації здоров'я інсектицид нововерм можна віднести до класу помірно токсичних, гексахлоран – до класу високотоксичних речовин.

З урахуванням попередніх даних щодо високої пестицидної ефективності та за результатами, що свідчать про їх екологічну безпечність, створення препаратів на основі авермектинів для медицини, ветеринарії та захисту рослин, може бути пріоритетним для подальшого розвитку.

Список літератури

1. Пат. 39068 А, Україна, А 61Р33/14. Шампунь для котів і собак / В.М. Ісаєнко, В.Т. Лісовенко, В.О. Чугуй та ін. – №2001031778, Заявл. 16.03.01; Опубл. 15.05.01 // Розробка концепцій, планування досліджень, аналіз результатів, підготовка формули винаходу: Бюл. №4.
2. Изучение аллергенных свойств аверсектина С / Т.С. Новик, Р.В. Бару, В.А. Рябова и др. // Токсикологический вестн. – М. – 2001. – №5. – С. 32–36.
3. Оценка мутагенной активности аверсектина С / Т.С. Новик, Р.В. Бару, В.А. Рябова и др. // Антибиотики и химиотерапия. – 1999. – №7. – С. 16–20.
4. КНД 211.1.4.054–97. Методика визначення гострої токсичності води на ракоподібних *Daphnia magna* Straus.
5. Методика екологічної оцінки пестицидів. – К.: Мінекобезпеки України, 1999. – 55 с.

Стаття надійшла до редакції 11.02.05.

В.Н. Ісаєнко, Е.А. Давыдова, Е.А. Гетнаревич

Токсикологическая оценка пестицидов с помощью гидробионтов

Рассмотрены результаты исследования токсического воздействия инсектицида нововерма – продукта биотехнического синтеза с использованием отечественного штамма непатогенного грибка *Streptomyces avermitilis* и гексахлорана на *Daphnia magna*. На основе экспериментальных данных рассчитаны токсикологические характеристики, медианные летальные концентрации LC_{50} , недействующие концентрации LC_0 , летальные концентрации LC_{100} , которые позволили определить токсичность изученных пестицидов согласно международной экотоксикологической классификационной схеме Всемирной организации здравоохранения.

V.N. Isaenko, K.A. Davydova, E.A. Getnarevich

Toxicological assessment of pesticides with the help of hydrobionts

Experiments of toxic influence of insecticide novoverm (product of bio-technical synthesis) were held using the national stam of non-pathogenic fungi *Streptomyces avermitilis* and hexachloran on *Daphnia magna*. As a result of experimental data were calculated the main toxic characteristics: medial lethal concentrations LC_{50} , non observed effective concentration LC_0 , and lethal concentration LC_{100} that allow determining the toxicity of pesticides in accordance with the International Eco-toxicological Classification Schemes of the World Health Organization. Insecticide novoverm is considered to be a “moderately toxic” substance; hexachloran is a “highly toxic” substance.